X. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2005. március 18-19.

REZGÉSDIAGNOSZTIKAI VIZSGÁLAT TAKARMÁNY EXTRUDERNÉL

Forgács Endre, Dr. Véha Antal

Abstract

The article discusses the evaluation of an insufficiently functioning soy extruder located in a forage mixing unit using vibration diagnostic method. In the machine the bearings had to be replaced after a short period of time, the axle of the extruder broke regularly sometimes even within few days. These problems persisted even if the operating personnel properly observed the operating instructions and the equipments were working in nominal load.

The authors give a short discussion about the theoretical background and present role of technical diagnostics, including vibration diagnostics. They present the equipments used, grouped by their structural and operating principles. The authors present the results obtained from a purposefully selected and organized data, evaluate them through spectrums and spectrum series, and collate them with acoustic experiences and images. They identify the connections between the various symptoms and their documented indicators. All of these provide the basic information for the necessary construction changes and determine the main line of conduct.

Összefoglaló

A cikk egy takarmánykeverő üzemben problémákkal működő un. szója extrudernél végzett feltáró rezgésdiagnosztikai vizsgálatot mutat be. Az említett gépnél a csapágyak rövid üzemidő után cserére szorultak, az extruder tengely rendszeresen tört, sokszor néhány munkanap alatt is. Ezek a problémák akkor is jelentkeztek, ha az üzemeltető személyzet betartotta az üzemeltetési előírásokat, és a gépek névleges terhelésen működtek.

A szerzők először röviden meghatározzák a műszaki diagnosztika és ezen belül a rezgésdiagnosztika, helyét, szerepét és elvi működését. Bemutatják a használt eszközöket, felépítésük-működésük szerint. A vizsgálati eredményeket a nagymennyiségű adatból célszerűen válogatva és rendezve, spektrumokon és spektrum sorozatokon keresztül értékelik összevetve az akusztikai és képen is bemutatott látvány tapasztalattal. Így keresve meg a különféle jelenségek és azok dokumentálható azonosítói közti kapcsolatot. Mindezek együttvéve megadják a szükséges konstrukciós módosítások alap adatait illetve, meghatározzák azok fő irányvonalát.

Egy takarmánykeverő üzemen működő un. szója extrudernél folyamatos üzemeltetési ill. karbantartási problémák jelentkeztek. A csapágyak rövid üzemidő után cserére szorultak, az extruder tengely rendszeresen tört, sokszor néhány munkanap alatt is. Ezek a problémák akkor is jelentkeztek, ha az üzemeltető személyzet betartotta az üzemeltetési előírásokat, és a gépek névleges terhelésen működtek.

Egy teljekörű diagnosztikai vizsgálat elvégzése segítette a problémák megoldását.

A rezgésdiagnosztikai vizsgálat

Műszaki diagnosztizáláskor a gépen, berendezésen időszakosan vagy folyamatosan műszeres állapotvizsgálatot végeznek. Az így kapott információkat használják fel a javítási munkákhoz. A gép, berendezés műszaki állapotának rendszeres figyelése, dokumentálása, az elhasználódás törvényszerűségeinek feltárása alapján határozható meg a javítás várható időpontja, várható mértéke.

A gépek mindegyikéhez rendelhető legalább egy-két olyan jellemző mennyiség, amelynek mérése révén következtetéseket tudunk levonni arra vonatkozóan, hogy mi játszódik le a gép belsejében. Ilyen paraméterek lehetnek például a következők:

- csapágyhőmérséklet,
- kenőolaj nyomása és hőmérséklete,
- szivattyúk szívó- és nyomócsokon mért nyomás,
- zaj, rezgés, ütésimpulzus,
- forgórész pozíciója,
- stb.

Az üzemelés közben föllépő különféle dinamikus hatások következtében minden forgógép rezgéseket végez. Ilyen erők lépnek fel, pl. a forgórésznél hidraulikus hatások, vagy kiegyensúlyozatlanság következtében. Hasonló erőket okoz a kiegyensúlyozatlan, vagy rosszul beállított tengelykapcsoló. Lökésszerű terhelések is rezgést okozhatnak a csapágyegységekben.

Forrás: Üzemfenntartás, karbantartás 1995/2. Centrifugálszivattyúk állásidejének csökkentése (ford.: Szende Györgyné)

Eredeti cikk: Bittermann, H.J.: Avoid downtime in centrifugal pumps. = Process Control and Engineering, 47.k. l.sz. 1994.p.20-22.

A műszaki diagnosztika az előzőekben megfogalmazott állapotjelző paraméterek felhasználásával lehetővé teszi a gépek belső szerkezetének vizsgálatát, azok leállítása és szétszerelése nélkül. A XX. század második felében bekövetkező műszaki fejlődés az egyik leghatékonyabb állapotjelző paraméter használatára kínál lehetőséget. Ez a módszer a rezgésdiagnosztika körébe tartozik. Ennek során, a gépet ért erők hatására létre jött térbeli mozgás, adott irányú (adott síkú) vetületéhez tartozó komponensét, mint összetett rezgést vizsgáljuk. Gyors Fourier Transzformációval (FFT analízissel) meghatározott szinuszos összetevőkre bontva. Az összetevők vizsgálata a spektrum analízis.

Vizsgálati eszközök

Az elektronikus sztetoszkóp

Az egyik legegyszerűbb és legolcsóbb eszköz az elektronikus sztetoszkóp (ábra), amelynek feladata pontosan ugyanaz, mint az orvos által használt sztetoszkópé, magyarul hallgatócsőé.

Működési elve a következő.

A gépből érkező zajokat és rezgéseket az érintő páka fogja fel és továbbítja a jelátalakítóhoz, amely a mechanikai jelből elektromos jelet állít elő. A készülék ezt fölerősíti, és vagy a fejhallgatóhoz, vagy pedig a hangrögzítőhöz vezeti. A fejhallgató segítségével tisztán hallhatjuk a

csapágyzajokat anélkül, hogy másféle zajok ebben megzavarnának. A hangrögzítőhöz való csatlakoztatás további lehetőségek előtt nyit kaput. A különféle zajmintákat ezáltal tárolni lehet, később pedig az etalonnak tekinthető alapesetekkel való összehasonlítás révén értékes következtetéseket lehet belőle levonni. Egy további lehetőséget jelenthet a telefonon, interneten keresztül történő távdiagnózis is.

Rezgésanalizátorok

A gépek elemei, egységei, a csapágyak, a fogaskerekek, a tengelykapcsolók, a járókerekek, ezek mindegyike jellegzetes rezgésképet bocsát ki, amely némi gyakorlat után felismerhető. Az egyes gépelemek sohasem egyenként keltenek rezgésjeleket, hanem mindig egyszerre a többi gépelemmel együtt. Éppen ezért nehéz az egyes rezgésjelek elkülönítése.

MICROLOG CMVA 10-es rezgésanalizátor

Ugyanis mindegyik gépelem által keltett rezgés egy-egy, többé-kevésbé széles spektrumban jelentkezik, vagyis nagyszámú, különböző frekvenciájú összetevőből áll. Ezek között azonban vannak olyan összetevők, amelyek nagyon határozottan jellemzőek a kibocsátó gépelemre, és vannak olyanok, amelyek kevésbé jellemzőek. Az analízisnek az a célja, hogy meghatározza a gépelemre vagy a jelenségre leginkább jellemző összetevők frekvenciáját és amplitúdóját. Ez oly módon érhető el, hogy a kevésbé jellemző összetevőket kiszűrjük a mért jelből, míg a nagyon jellemzőket bennhagyjuk. Erre a gép és a jelenség alapos ismeretében van lehetőség.

A következő lépés az előre kiszámított frekvenciákon jelentkező összetevők megkeresése a spektrumban. Erre a feladatra *rezgésanalizátorokat* kell használni, amelyek szétválogatják a különböző frekvenciájú összetevőket. Az analízátor annál jobb, minél inkább képes az egymáshoz közel lévő jelek szétválasztására. Ezt a tulajdonságát szokás *felbontóképességnek* is nevezni. Az analízátorok egy-egy megadott spektrumot több száz, akár több ezer részre is bontják, és az ily módon keletkező komponensek amplitúdóit egyenként meghatározzák. Mindez rendkívüli gyorsasággal párosul, hiszen egy-egy ilyen analízis a másodperc törtrésze alatt megy végbe. Előnyös tulajdonságuk hogy kicsik és könnyűek, így nem nehéz a helyszínre vinni.

A vizsgálat

A szóban forgó gépek műszaki állapotának és dinamikai viselkedésének felmérésére, a támasztó csapágyaknál, 2 db hengergörgős önbeálló csapágy és 1 db axilás (talp) csapágy, egyenként a térbeli mozgást detektáló, 3 dimenziós vizsgálatra, azaz egy-egy függőleges (rögzítés irányú) és arra merőleges vízszintes és tengelyirányú mérésre volt szükség. A diagnosztikai gyakorlatnak

megfelelően több előzetes mérés alapján választottuk ki a vizsgálati paramétereket. A próbamérés paraméterei, 0-1600 Hz és 1600 vonal voltak. A kapott spektrum 0-400 Hz tartományban mutatott értékelhető jeleket, de ott rendkívül intenzíveket és gyakoriakat. Ez alapján a vizsgálatokhoz 0-400 Hz tartományt választottam, megtartva az 1600 vonalas felbontást. Így, ¼ Hz-es finomsággal vált lehetővé az egymáshoz közeli jelek szelektálása.

Vizsgálati eredmények

Hajtott oldali csapágy függőleges irányú mérés

Az egytengelyűtlenségi hiba mértéke mintegy 6 szorosa a műszakilag elfogadható értéknek.

A tengelyfordulatszám gerjesztette, nagy számú és nagy értékű felharmonikus sorozat a dinamikai instabilitás jele.

Az oldalsáv határolás csapágyhibát jelez.

Hajtott oldali csapágy vízszintes irányú mérés

Az egytengelyűtlenségi hiba mértéke mintegy 10 szorosa a műszakilag elfogadható értéknek.

A tengelyfordulatszám gerjesztette, nagy számú és nagy értékű felharmonikus sorozat a dinamikai instabilitás jele.

Az oldalsáv határolás itt is csapágyhibát jelez.

Hajtott oldali csapágy tengely irányú mérés

Az egytengelyűtlenségi hiba mértéke itt is mintegy 10 szorosa a műszakilag elfogadható értéknek, ráadásul 3-4-szeresére nagyobb a sugár irányú értékeknél.

A tengelyfordulatszám gerjesztette, nagy számú és nagy értékű felharmonikus sorozat a dinamikai instabilitás jele.

Az oldalsáv határolás ugyancsak csapágyhibát jelez.

Az extruder oldali vizsgálatokhoz teljesen hasonló eredmény látható az oldalsó összefoglaló vízszintes diagramban

A dinamikai összetett igénybevétel még

jobban érzékelhető a jobboldali zoomolt ábrán.

Akusztikai tapasztalat

Az 1-es gép hajtott oldali csapágya éles zakatoló hangot ad. Kopottság és a periodikus (gördülő elemektől, külső behatástól [terheléstől] származó) igénybevétel miatt.

Hasonló hang hallható a többi helyen is, csak úgy mint a 2-es gép

extruder felőli csapágyán. A hátsó csapágyak normál surrogó hangot adnak ami a jó állapot jele. Elmondás szerint előző nap cserélték ki. A spektrumokban látható nagy igénybevételek miatt gyors tönkremenetele várható.

A gép felépítéséről kért további információk birtokában, újabb összefüggések olvashatók ki a spektrumokból, illetve a látott jelenségek további értelmezést kaphatnak, amint pl.; az oldalsó ábra is mutatja.

Fényképek a konstrukcióról

A mutatott helyek alapján jól látható az extruder ház és tengely excentricitása, amely néhány (2, 3)

mm nagyságrendű. Terhelés hatására, a belső nagy nyomás következtében a két elem koncentrikusságot igyekszik fölvenni, így a tengely mm nagyságrendű hajtogató igénybevételnek van kitéve (Wöhler III. esete). Minden bizonnyal ez okozza a tengely kagylós, fáradásos törését olyan gyakran.

A spektrumokon látható, nagy számú és nagy értékű felharmonikus sorozat, valószínűsíthetően a belső súrlódásból, dörzsölődésből fakad. Ennek az erőnek az ingadozása, pedig az extruder spirál menetemelkedés

egyenetlenségéből is következhet.

Összefoglalás

A vizsgált gépek nagyfokú dinamikai instabilitást mutatnak, amelyek elsősorban konstrukciós okokra vezethetők vissza. Ennél fogva egyrészt nem lehetséges olyan beállítás létrehozni, ahol műszaki szempontból a gépek megfelelően működhetnek, másrészt az üzem fenntartása csak folytonos alkatrész cserével biztosítható, mint ahogy az eddig is történt.

Ugyanakkor a fenti eredmények alapul szolgálnak ahhoz, hogy megtaláljuk a megfelelő konstrukciós módosítási megoldásokat.

Irodalom

1. Dr. Dömötör F.: A rezgésdiagnosztika elemei Budaörs, SKF Svéd Golyóscsapágy Rt. 1996
2. Dr. Lipovszky – Dr. Súlyomvári – Dr. Varga: Gépek rezgésvizsgálata és a karbantartás. Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1981
3. Dr. Súlyomvári K. – Dr. Lipovszky Gy. – Műszaki diagnosztikai eljárások a karbantartásban. Karbantartás és Diagnosztika, 1994., 1., 4-10. old.

Véha Antal, Dr. habil.

Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar
Élelmiszertechnológia és Környezetgazdálkodási Tanszék, H-6724 Szeged Moszkvai krt. 5-7.
Telefon: +36-62-544-000, +36-62-546-034, +36-62-546-030,
Fax: +36-62-546-034, e-mail: biomobil@axelero.hu

Forgács Endre

Szegedi Tudományegyetem, Szegedi Élelmiszeripari Főiskolai Kar
Élelmiszeripari Műveletek és Környezettechnikai Tanszék, H-6724 Szeged Mars tér 20.
Telefon: +36-62-546-033, +36-62-544-000, +36-62-546-549, +36-62-546-030,
Fax: +36-62-546-549, e-mail: forgacs@szef.u-szeged.hu